

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



38412-190133  
Inventor Bernhard  
Parstorfer et al.

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 33 258.4

Anmeldetag: 23. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Leuze lumiflex GmbH + Co KG, Fürstenfeldbruck/DE

Bezeichnung: Lichtgitter

IPC: G 01 V 8/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Faust".

Faust

Leuze lumiflex GmbH + Co.  
82256 Fürstenfeldbruck, DE

5 Patentansprüche

1. Lichtgitter mit einer vorgegebenen Anzahl von Strahlachsen bildenden Paaren von Sendelichtstrahlen emittierenden Sendern (7) und Empfängern (9), wobei bei freiem Strahlengang einer Strahlachse die von dem jeweiligen Sender (7) emittierten Sendelichtstrahlen (6) auf den Empfänger (9) treffen, und mit einer Steuereinheit zur Steuerung der Sender (7) und zur Auswertung der an den Ausgang der Empfänger (9) anstehenden Empfangssignale, wobei in Abhängigkeit der Empfangssignale bei einem Objekteingriff in wenigstens einer der Strahlachsen ein Objektfeststellungssignal generierbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass den Strahlachsen über die Steuereinheit jeweils ein Bitwort zugeordnet ist, wobei über wenigstens ein Bit BLK der Bitworte die Strahlachsen in vorgegebene Bereiche unterteilbar sind, und wobei durch Vorgabe der Bitwerte wenigstens eines weiteren Bits der Bitworte der Strahlachsen innerhalb eines Bereichs der Modus der Objekterfassung innerhalb dieses Bereichs vorgebbar ist.
2. Lichtgitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass über die Steuereinheit die Strahlachsen in einer vorgegebenen Scanrichtung periodisch einzeln nacheinander aktiviert sind, wobei in dieser Scanrichtung jeweils nur im Bitwort der ersten Strahlachse eines Bereichs das Bit BLK den Bitwert eins annimmt.
3. Lichtgitter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Steuereinheit mittels eines Objektzählers innerhalb jedes Scans die Anzahl der durch Objekteingriffe unterbrochenen Strahlachsen gezählt wird.

4. Lichtgitter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Objektzähler jeweils am Anfang eines Bereiches zurückgesetzt wird.
5. Lichtgitter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb eines Bereichs die Größe eines Objekts (11) bestimmbar ist, welche durch die Anzahl N von innerhalb des Bereich registrierten, aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen definiert ist.
6. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 1 – 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bereich der Strahlachsen einen Blanking-Bereich bildet, innerhalb dessen der Eingriff von Objekten (11) innerhalb eines vorgegebenen Größenbereichs nicht zur Auslösung eines Objektfeststellungssignals führt, wobei der Größenbereich mittels zweier Bits BMAX, BMIN der Bitworte der Strahlachsen des Blanking-Bereichs vorgebbar ist.
7. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 1 – 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bereich der Strahlachsen einen Bereich reduzierter Auflösung bildet, innerhalb dessen nur Eingriffe von Objekten (11) mit einer vorgegebenen Mindestgröße zur Auslösung eines Objektfeststellungssignals führen, wobei die Mindestgröße durch ein Bit BMAX oder RMAX der Bitworte der Strahlachsen dieses Bereichs vorgebbar ist.
8. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Bit BMAX oder RMAX zur Vorgabe einer maximalen Objektgröße  $N_{max}$  innerhalb eines Bereiches dient, wobei  $N_{max}$  der maximalen Anzahl von aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen entspricht, bei welcher kein Auslösen eines Objektfeststellungssignals erfolgt.
9. Lichtgitter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Blanking-Bereich oder in einem Bereich reduzierter Auflösung in Scan-

richtung nur bei den ersten  $N_{\max}$  Bitworten des Bereichs die Bits BMAX bzw. RMAX jeweils den Bitwert eins annehmen.

10. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 6 – 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bit BMIN zur Vorgabe einer minimalen Objektgröße dient, wo-  
5 bei  $N_{\min}$  der minimalen Anzahl von aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen entspricht, bei welcher kein Auslösen eines Objektfeststel-  
lungssignals erfolgt.
11. Lichtgitter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Blanking-Bereich in Scanrichtung nur bei den letzten  $N_{\min}$  Bitworten des  
10 Bereichs das Bit BMIN jeweils den Bitwert eins annimmt.
12. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 9 – 11, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb eines Bereichs mittels jeweils eines in der Steuereinheit  
15 integrierten Zählers die Anzahl der Bitworte gezählt wird, bei welchen das Bit BMAX, RMAX oder BMIN den Bitwert eins annimmt, und dass die aktuellen Zählerstände zur Generierung des Objektfeststellungssig-  
nals fortlaufend mit dem Zählerstand des Objektzählers verglichen wer-  
den.
13. Lichtgitter nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb  
20 eines Blanking-Bereichs ein Objektfeststellungssignal generiert wird, so-  
bald der Zählerstand des Objektzählers größer als der Zählerstand für  
BMAX oder kleiner als der Zählerstand für BMIN ist.
14. Lichtgitter nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass für den Wert  
BMIN = 0 der Blanking-Bereich einen Bereich mit reduzierter Auflösung  
bildet.
- 25 15. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 12 – 14, dadurch gekennzeichnet,  
dass innerhalb eines Bereichs mit reduzierter Auflösung ein Objektfest-

stellungssignal generiert wird, sobald der Zählerstand des Objektzählers größer als der Zählerstand für RMAX ist.

16. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 7 – 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bereich der Strahlachsen einen kombinierten Bereich bildet, welcher als Bereich reduzierter Auflösung und als Blanking-Bereich konfiguriert ist.  
5
17. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 1 - 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Bereich der Strahlachsen einen Muting-Bereich bildet, innerhalb dessen in Abhängigkeit von Signalen externer Sensoren die Objekterfassung deaktivierbar ist, und dass der Muting-Bereich mittels 10 eines Bits SEB der Bitworte der Strahlachsen vorgebbar ist.
18. Lichtgitter nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Definition eines Muting-Bereichs weitere Bits M1; M2 der Bitworte der Strahlachsen vorgebbar sind, deren Bitwerte die Signalzustände der externen 15 Sensoren kodieren.

Leuze lumiflex GmbH + Co.  
82256 Fürstenfeldbruck, DE

5      **Lichtgitter**

Die Erfindung betrifft ein Lichtgitter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Lichtgitter ist aus der DE 201 04 248 A1 bekannt. Das Lichtgitter weist zur Überwachung eines flächigen Überwachungsbereichs eine Sendereinheit und eine Empfängereinheit auf, die an gegenüberliegenden Rändern des Überwachungsbereichs angeordnet sind. Die Sendereinheit weist eine Anordnung von nebeneinander liegend angeordneten, Sendelichtstrahlen emittierenden Sendern auf. Entsprechend weist die Empfängereinheit eine Anordnung von nebeneinander liegend angeordneten Empfängern auf. Bei freiem Strahlengang werden die Empfänger mit den von den Sendern emittierten Sendelichtstrahlen beaufschlagt. Befindet sich ein Objekt im Strahlengang, so wird der Strahlengang der Sendelichtstrahlen wenigstens eines Senders unterbrochen, so dass diese nicht mehr auf den zugeordneten Empfänger oder die zugeordneten Empfänger auftreffen, wodurch als Objektmeldung ein Objektfeststellungssignal generiert wird.

Derartige Lichtgitter werden insbesondere im Bereich des Personenschutzes eingesetzt. Beispielsweise werden die Lichtgitter zur Überwachung von sicherheitskritischen Bereichen an Werkzeugmaschinen, insbesondere Pressen oder dergleichen, eingesetzt.

Bei einem Eingriff in den vom Lichtgitter überwachten Überwachungsbereich wird durch die im Lichtgitter generierte Objektmeldung die Werkzeugmaschine außer Betrieb gesetzt, so dass für eine im Bereich der Werkzeugmaschine arbeitende Person die Gefahr von Verletzungen ausgeschlossen ist.

Je nach Anbringung des Lichtgitters können im Überwachungsbereich auch Objekte angeordnet sein, die nicht zu einer Gefährdung von Personen führen. Beispielsweise können im Bereich einer Werkzeugmaschine stationäre Pfosten, Maschinenteile oder dergleichen angeordnet sein, die in den Überwachungs-  
5  
bereich ragen.

In diesem Fall wäre ein Ansprechen des Lichtgitters unerwünscht.

Damit ein Lichtgitter auch in derartigen Fällen zur Gefahrensicherung einsetz-  
10  
bar ist, wird gemäß der DE 201 04 248 A1 vorgeschlagen, derartige Bereiche innerhalb des Überwachungsbereichs, in welchen sich stationäre, nicht gefahr- bringende Objekte befinden, auszublenden. Eine Objektdetektion erfolgt dann nur noch in den nicht ausgeblendeten Teilen des Überwachungsbereichs.

15 Zur Ausblendung von Zonen ist innerhalb des Überwachungsbereichs wenigstens ein Sendeadapter an der Sendereinheit und ein Empfangsadapter an der Empfängereinheit anbringbar, wobei die Sendelichtstrahlen wenigstens eines Senders über den Sendeadapter in eine außerhalb des Überwachungsbereichs verlaufende Übertragungsstrecke eingekoppelt sind. Am Ausgang der Übertra-  
20  
gungsstrecke sind Überbrückungs-Sendelichtstrahlen über den Empfangs- adapter in den dem Sender zugeordneten Empfänger eingekoppelt, so dass an dessen Ausgang die Referenz-Empfangssignale generiert werden.

Nachteilig hierbei ist, dass zur Ausblendung von Zonen des Lichtgitters zu-  
25  
sätzliche Sensorkomponenten benötigt werden, die am Lichtgitter montiert werden müssen. Dies führt einerseits zu einer unerwünschten Erhöhung der Herstellkosten des Lichtgitters. Zudem ist ein zusätzlicher Montageaufwand notwendig, um die Sende- und Empfangsadapter am Lichtgitter anzubringen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lichtgitter bereitzustellen, welches mit möglichst geringem Aufwand flexibel an unterschiedliche Einsatzbedingungen adaptierbar ist.

- 5 Zur Lösung dieser Aufgabe sind die Merkmale des Anspruchs 1 vorgesehen. Vorteilhafte Ausführungsformen und zweckmäßige Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Das erfindungsgemäße Lichtgitter weist eine vorgegebene Anzahl von Strahlachsen bildenden Paaren von Sendelichtstrahlen emittierenden Sendern und Empfängern auf, wobei bei freiem Strahlengang einer Strahlachse die von dem jeweiligen Sender emittierten Sendelichtstrahlen auf den Empfänger treffen. Zudem ist wenigstens eine Steuereinheit zur Steuerung der Sender und zur Auswertung der an den Ausgang der Empfänger anstehenden Empfangssignale vorgesehen, wobei in Abhängigkeit der Empfangssignale bei einem Objektein-  
10 griff in wenigstens einer der Strahlachsen ein Objektfeststellungssignal generierbar ist. Den Strahlachsen ist über die Steuereinheit jeweils ein Bitwort zu-  
geordnet, wobei über wenigstens ein Bit BLK der Bitworte die Strahlachsen in vorgegebene Bereiche unterteilbar sind, und wobei durch Vorgabe der Bitwerte  
15 wenigstens eines weiteren Bits der Bitworte der Strahlachsen innerhalb eines Bereichs der Modus der Objekterfassung innerhalb dieses Bereichs vorgebbar ist.  
20

Der Grundgedanke der Erfindung besteht somit darin, zur Konfiguration eines Lichtgitters den einzelnen Strahlachsen Bitworte zuzuweisen, wobei durch Vorgabe der Bitwerte für die einzelnen Bits der Bitworte über die Steuereinheit die Funktionalität des Lichtgitters auf einfache Weise vorgebbar und bei Bedarf änderbar ist.  
25

30 Die den einzelnen Strahlachsen zugeordneten Bitworte weisen eine identische Wortlänge auf. Zudem weisen die Bitworte für die Strahlachsen eine identische

Bitstruktur auf, d.h. jeweils dasselbe Bit in den einzelnen Bitwerten kodiert dieselbe Funktion zur Konfiguration des Lichtgitters.

Vorzugsweise dient das erste Bit der Bitworte zur Einteilung der Strahlachsen  
5 in vorgegebne Bereiche, innerhalb derer jeweils eine bestimmte Konfiguration  
der Strahlachsen vorliegt. Die Größe und Anzahl der Bereiche kann durch Vor-  
gabe der Bitwerte dieses Bits auf einfache Weise vorgegeben werden.

Die weiteren Bits jedes Bitworts dienen dazu, die Konfiguration der Strahlach-  
10 sen innerhalb des jeweiligen Bereiches festzulegen.

Im einfachsten Fall erfolgt die Konfiguration derart, dass innerhalb eines Be-  
reichs die konventionelle Arbeitsweise eines Lichtgitters realisiert ist. Dies  
bedeutet, dass ein Objektfeststellungssignal dann generiert wird, wenn we-  
15 nigstens einer der Strahlachsen des Bereichs durch einen Objekteingriff unter-  
brochen ist.

In einer weiteren Ausführungsform kann wenigstens ein Bereich der Strahlach-  
20 sen des Lichtgitters als sogenannter Blanking-Bereich vorgegeben werden. In  
einem Blanking-Bereich wird bei einem Objekteingriff kein Objektfeststel-  
lungssignal generiert, wenn die registrierte Objektgröße, d.h. die Anzahl von  
aufeinanderfolgenden unterbrochenen Strahlachsen innerhalb des Blanking-  
Bereichs, einen oberen Grenzwert nicht überschreitet und einen unteren  
Grenzwert nicht unterschreitet. Die Vorgabe der Grenzwerte erfolgt durch eine  
25 geeignete Vorgabe der Bitwerte von Bits der Bitworte der Strahlachsen inner-  
halb des Blanking-Bereichs. Ein wesentlicher Vorteil hierbei besteht darin, dass  
die Definition von unkritischen Objekten, deren Eingriff in den Strahlengang in  
das Lichtgitter nicht zur Auslösung eines Objektfeststellungssignals führen  
soll, auf einfache Weise über die Steuereinheit vorgebbar ist, in dem die Bit-  
30 werte der Bitworte entsprechend festgelegt werden.

In einer weiteren Ausführungsform kann wenigstens ein Bereich der Strahlachsen des Lichtgitters als Bereich mit reduzierter Auflösung vorgegeben werden. In einem derartigen Bereich wird ein Objektfeststellungssignal nur dann generiert, wenn das detektierte Objekt eine vorgegebene Mindestgröße aufweist.

5 Entsprechend der Mindestgröße des Objekts muss eine vorgegebene Anzahl von aufeinanderfolgenden Strahlachsen bei dem Objekteingriff unterbrochen sein. Diese Mindestgröße des Objekts ist wiederum durch Vorgabe geeigneter Bitwerte eines Bits für Strahlachsen dieses Bereichs definiert. Durch die Vorgabe dieser Bitwerte kann die Auflösung des Lichtgitters in diesem Bereich auf einfache Weise vorgegeben werden.

10

Die Objekterfassung innerhalb eines Blanking-Bereichs oder innerhalb eines Bereichs reduzierter Auflösung erfolgt in der Steuereinheit in Form von Zählverfahren. Dabei wird zum einem mittels eines Objektzählers die Anzahl der unterbrochenen Strahlachsen gezählt. Insbesondere wird dabei die Anzahl N von aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen gezählt, wobei die Anzahl N ein Maß für die registrierte Objektgröße darstellt. Diese Anzahl wird mit Referenzwerten verglichen, die durch die Bitwerte der Bitworte innerhalb des jeweiligen Bereichs definiert sind und welche mittels parallel zu dem Objektzähler laufenden Zählern in der Steuereinheit erfassbar sind. Das so ausgebildete Auswerteverfahren beansprucht einen äußerst geringen Rechenaufwand und gewährleistet zudem eine sichere Objektdetektion.

15

20

In einer weiteren Ausführungsform können durch Vorgabe von Bitwerten weiterer Bits der Bitworte sogenannte Muting-Bereiche definiert werden. Innerhalb eines Muting-Bereichs kann in Abhängigkeit von Signalen externer Sensoren die Objekterfassung deaktiviert werden.

25

Derartige Muting-Bereiche werden zur Erhöhung der Verfügbarkeit des Lichtgitters definiert.

30

Bei zahlreichen Applikationen, insbesondere an Anlagen und Maschinen mit beweglichen Komponenten, bildet der vom Lichtgitter überwachte Bereich nur zeitweise einen Gefahrenbereich, der komplett auf das Eindringen von Objekten überwacht werden muss. Zu vorgegebenen Zeitintervallen kann das Eindringen von Objekten in bestimmte Bereiche des Lichtgitters unkritisch sein und muss daher nicht überwacht werden. Zur Bestimmung dieser Zeitintervalle werden üblicherweise externe Sensoren eingesetzt, die beispielsweise die Bewegungen von Komponenten der jeweiligen Anlage oder Maschine erfassen. Anhand der von den Sensoren generierten Signale kann in der Steuereinheit festgestellt werden, ob einige Bereiche der Lichtgitter sicherheitsunkritisch sind. Durch Vorgabe geeigneter Bitwerte von Bits der Bitworte in den entsprechenden Muting-Bereichen kann dann über die Steuereinheit die Objekterfassung zeitweise deaktiviert werden. Aus den Signalen der externen Sensoren werden Steuersignale abgeleitet, welche ebenfalls in Bits der Bitworte des Muting-Bereichs kodiert sind.

Besonders vorteilhaft hierbei ist, dass durch Vorgabe der Bitwerte entsprechender Bits von Bitworten Muting-Bereiche als flexibel wählbare Teilbereiche des Lichtgitters konfiguriert werden können.

Die Erfahrung wird im Nachstehenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1: Schematische Darstellung eines Lichtgitters mit einer vorgegebenen Anzahl von Strahlachsen.

Figur 2: Erstes Beispiel eines einer Strahlachse des Lichtgitters zugeordneten Bitworts.

Figur 3: Beispiel einer Signalauswertung für eine Konfiguration des Lichtgitters mit Bitworten gemäß Figur 2.

Figur 4: Zweites Beispiel eines einer Strahlachse des Lichtgitters zugeordneten Bitworts.

5 Figur 1 zeigt den Aufbau eines Lichtgitters 1 zur Überwachung eines Überwachungsbereichs. Das Lichtgitter 1 weist eine in einem ersten Gehäuse 2 integrierte Sendereinheit 3 und eine in einem zweiten Gehäuse 4 integrierte Empfängereinheit 5 auf.

10 Die Sendereinheit 3 weist eine Anordnung von Sendelichtstrahlen 6 emittierenden Sendern 7 auf. Die Sender 7 bestehen vorzugsweise aus identisch ausgebildeten Leuchtdioden und sind in Abstand nebeneinander liegend angeordnet, wobei die Sender 7 vorzugsweise äquidistant angeordnet sind. Die Sender 7 werden von einer nicht dargestellten Sender-Steuereinheit angesteuert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die Sender 7 im Pulsbetrieb betrieben. Die Sender 7 emittieren somit Sendelichtimpulse mit einem vorgegebenen Puls-Pausen-Verhältnis. Die einzelnen Sender 7 emittieren zyklisch nacheinander Sendelichtimpulse, wobei die Taktung über die Sender-Steuereinheit erfolgt. Dabei werden innerhalb eines Scans die Sender 7 entsprechend ihrer Reihenfolge in der Sendereinheit 3 in einer vorgegebenen Scanrichtung nacheinander aktiviert. Die Sendelichtimpulse des ersten Senders dienen zur Synchronisation des Lichtgitters 1. Zweckmäßigerweise weisen hierzu die Sendelichtimpulse des ersten Senders eine Kodierung auf, die sich eindeutig von den Kodierungen der Sendelichtimpulse der übrigen Sender unterscheidet.

15

20

25 Zur Strahlformung der Sendelichtstrahlen 6 ist jedem Sender 7 eine Sendeoptik 8 vorgeordnet. Die Sendeoptiken 8 sind im Bereich der Frontwand des Gehäuses 2 hinter einem nicht separat dargestellten Austrittsfenster angeordnet.

30 Die Strahlachsen der im Überwachungsbereich geführten Sendelichtstrahlen 6 verlaufen parallel zueinander in der Ebene des Überwachungsbereichs.

Die Empfängereinheit 5 weist eine Anordnung von identisch ausgebildeten, nebeneinander liegend angeordneten Empfängern 9 auf. Die Empfänger 9 bestehen vorzugsweise jeweils aus einer Fotodiode und sind äquidistant angeordnet. Jedem Empfänger 9 ist eine Empfangsoptik 10 vorgeordnet. Dabei liegt 5 jeweils ein Empfänger 9 einem Sender 7 der Sendereinheit 3 gegenüber. Die Strahlformung der Sendelichtstrahlen 6 ist im vorliegenden Fall derart gewählt, dass bei freiem Strahlengang die Sendelichtstrahlen 6 eines Senders 7 jeweils nur auf den gegenüberliegend angeordneten Empfänger 9 treffen. Jeder Sender 7 und der diesem zugeordnete Empfänger 9 bildet eine Strahlachse des Lichtgitters 1.

Die am Ausgang der Empfänger 9 anstehenden Empfangssignale werden in einer nicht dargestellten zentralen Steuereinheit ausgewertet. Bei freiem Strahlengang des Lichtgitters 1 treffen die Sendelichtstrahlen 6 ungehindert auf die 15 zugeordneten Empfänger 9 und generieren dort einem freien Strahlengang entsprechende Referenz-Empfangssignale. Insbesondere erfolgt die Bewertung der Empfangssignale in der Auswerteeinheit mit einem Schwellwert, wobei die Amplituden der Referenz-Empfangssignale oberhalb des Schwellwerts liegen.

20 Dringt ein Objekt 11 in den Überwachungsbereich ein, so wird der Strahlengang der Sendelichtstrahlen 6 wenigstens eines Senders 7 unterbrochen. Das Empfangssignal des zugeordneten Empfängers 9 liegt dann unterhalb des Schwellwerts, das heißt an diesem Empfänger 9 werden keine Referenz-Empfangssignale registriert. Dadurch wird im Normalbetrieb des Lichtgitters 1 25 in der Steuereinheit ein Objektfeststellungssignal generiert. Diese wird beispielsweise zum Abschalten einer Maschine verwendet, deren Vorfeld mit dem Lichtgitter 1 überwacht wird.

Erfnungsgemäß kann über die Steuereinheit das Lichtgitter 1 konfiguriert 30 werden, so dass auch vom Normalbetrieb abweichende Betriebsmodi des Lichtgitters 1 realisierbar sind.

Zur Konfigurierung des Lichtgitters 1 ist jeder Strahlachse des Lichtgitters 1 ein Bitwort mit einer vorgegebenen Anzahl von Bits zugeordnet. Dabei ist die Struktur der Bitworte der einzelnen Strahlachsen identisch. Jedes Bit kann die Bitwerte eins und null aufweisen, wobei die Bitwerte von der Steuereinheit zugewiesen werden.

Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines derartigen Bitworts. Das Bitwort weist im vorliegenden Fall drei Bits BLK, BMAX und BMIN auf.

Durch Vorgabe geeigneter Bitwerte für das Bit BLK in den Bitworten der Strahlachsen ist das Lichtgitter 1 in eine vorgegebene Anzahl von Bereichen unterteilbar. Im vorliegenden Fall wird in Scanrichtung der Strahlachsen jeweils in dem Bitwort der ersten Strahlachse eines Bereiches dem Bit BLK von der Steuereinheit der Bitwert eins zugeteilt, während die Bits BLK der restlichen Bitworte den Bitwert null annehmen.

Innerhalb eines Bereiches wird über die Bits BMAX und BMIN eine bestimmte Konfigurierung vorgegeben. Mit der Konfigurierung wird innerhalb eines Bereiches ein bestimmter Auswertemodus vorgegeben.

Figur 3 zeigt ein Beispiel einer derartigen Konfigurierung eines Lichtgitters 1 mit 32 Strahlachsen, wobei zur Konfigurierung Bitworte mit der Struktur gemäß Figur 2 verwendet werden.

Die erste Strahlachse dient allein zur Synchronisierung des Lichtgitters 1 und ist daher von den übrigen Bereichen des Lichtgitters 1, in welchen eine bestimmte Konfigurierung vorgegeben wird, ausgenommen.

Dementsprechend bildet die erste Strahlachse einen separaten Bereich, wobei hierzu das Bit BLK des Bitworts der ersten Strahlachse den Wert eins annimmt.

Daran schließt ein Bereich an, welcher sich von der 2. bis zur 7. Strahlachse erstreckt. Dementsprechend nimmt das Bit BLK des Bitworts der zweiten Strahlachse den Wert eins an, während die Bitwerte des Bits BLK für die Bitworte der 3. bis 7. Strahlachse den Wert null annehmen.

5

Ein weiterer Bereich erstreckt sich von der 8. bis zur 21. Strahlachse des Lichtgitters 1, wobei dieser Bereich durch den Bitwert eins des Bits BLK im Bitwort der 8. Strahlachse maskiert ist.

10

Schließlich erstreckt sich ein dritter Bereich von der 22. bis zur 32. Strahlachse des Lichtgitters 1, wobei dieser Bereich durch den Bitwert eins des Bits BLK im Bitwort der 22. Strahlachse maskiert ist.

15

Zur Objekterfassung ist in der Steuereinheit ein Objektzähler vorgesehen. Mit dem Objektzähler wird die Anzahl der unterbrochenen Strahlachsen innerhalb eines Bereichs gezählt. Der Objektzähler wird jeweils am Anfang eines Bereichs auf den Anfangswert null zurückgesetzt. Insbesondere wird mit dem Objektzähler die Anzahl N von aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen gezählt, welche ein Maß für die jeweilige Objektgröße des erfassten Objektes 11 darstellt.

20

25

In dem ersten Bereich des Lichtgitters 1 erfolgt eine Signalauswertung, welche dem Normalbetrieb des Lichtgitters 1 entspricht. Hierzu sind die Bitwerte der Bits BMAX und BMIN der Bitworte sämtlicher Strahlachsen des ersten Bereichs auf den Wert null gesetzt.

Demzufolge erfolgt eine Generierung eines Objektfeststellungssignals dann, wenn eine der Strahlachsen des ersten Bereichs unterbrochen ist und der Objektzähler den Wert eins annimmt.

30

Der dritte Bereich des Lichtgitters 1 ist im vorliegenden Fall als Blanking-Bereich konfiguriert. In diesem Fall erfolgt eine Unterdrückung eines Objektfeststellungssignals, wenn zwar eine Unterbrechung von Strahlachsen erfolgt, jedoch die Anzahl N von aufeinanderfolgend unterbrochenen Strahlachsen nicht größer als ein oberer Grenzwert  $N_{\max}$  und nicht kleiner als ein unterer Grenzwert  $N_{\min}$  ist. Dies bedeutet, dass ein Objekt 11, welches in dem durch die Grenzwerte  $N_{\min}$  und  $N_{\max}$  definierten Größenbereich liegt, als nicht sicherheitskritisch eingestuft wird und daher nicht zur Auslösung eines Objektfeststellungssignals führt.

10

Die Definition der Grenzwerte  $N_{\max}$  bzw.  $N_{\min}$  erfolgt durch geeignete Vorgabe der Bitwerte der Bits BMAX bzw. BMIN in den Bitworten der Strahlachsen des dritten Bereichs.

15

Im vorliegenden Beispiel beträgt der den oberen Grenzwert der zulässigen Objektgröße definierende Wert  $N_{\max} = 5$ . Entsprechend dieser Anzahl werden in Scanrichtung des Lichtgitters 1 in den Bitworten der ersten fünf Strahlachsen die Bitwerte des Bits BMAX auf eins gesetzt, während für die übrigen Strahlachsen den Bits BMAX die Bitwerte null zugewiesen sind.

20

Im vorliegenden Fall beträgt weiterhin der den unteren Grenzwert der zulässigen Objektgröße definierende Wert  $N_{\min} = 3$ . Entsprechend dieser Anzahl werden in Scanrichtung des Lichtgitters 1 in den Bitworten der letzten drei Strahlachsen die Bitwerte des Bits BMIN auf eins gesetzt, während für die übrigen Strahlachsen den Bits BMIN die Bitwerte null zugewiesen sind.

25

Zur Objekterfassung wird innerhalb des dritten Bereichs einerseits mit dem Objektzähler die Anzahl der Strahlunterbrechungen gezählt. Weiterhin werden mit separaten Zählern die Strahlachsen gezählt, für welche das Bit BMAX bzw. das Bit BMIN den Wert eins annimmt.

30

Dabei wird fortlaufend der Zählerstand des Objektzählers, welcher die aktuelle Anzahl N der registrierten Objekteingriffe angibt, einerseits mit dem Zählerstand BMAX für die maximal zulässige Objektgröße N<sub>max</sub> und andererseits mit dem Zählerstand BMIN für die minimal zulässige Objektgröße N<sub>min</sub> verglichen.

5

Dabei wird wie in Figur 3 dargestellt, fortlaufend die Blanking-Bedingung

$$N_{\min} \leq N \leq N_{\max}$$

- 10 abgeprüft. Die Generierung eines Objektfeststellungssignals erfolgt, sobald diese Bedingung nicht erfüllt ist.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, ist innerhalb des dritten Bereichs ein Objekt 11 derart angeordnet, dass die Strahlachsen 25 und 26 unterbrochen sind.

15

- Die Zähler und der Objektzähler sind am Beginn des dritten Bereichs auf ihre Anfangswerte zurückgesetzt. Von der 22. bis zur 24. Strahlachse wird der Zählerstand für BMAX, der den aktuellen Wert N<sub>max</sub> liefert, bis auf den Wert drei hochgezählt, da für diese Strahlachsen das Bit BMAX den Wert eins annimmt. Da für diese Strahlachsen das Bit BMIN jeweils den Wert null annimmt, bleibt der Zählerstand des Zählers für BMIN, der den aktuellen Wert N<sub>min</sub> liefert, auf dem Wert null. Dasselbe gilt für den Objektzähler, da bei den Strahlachsen 22 bis 24 kein Objekteingriff vorliegt. Damit ist bis zur 24. Strahlachse die genannte Blanking-Bedingung immer erfüllt.

20

- Bei den Strahlachsen 25 und 26 wird das Objekt 11 registriert, so dass bis zur 26. Strahlachse der Objektzähler auf den Wert N = 2 inkrementiert wird. Da für diese Strahlachsen jeweils das Bit BMAX jeweils den Wert eins annimmt, wird auch der Zähler für BMAX auf den Wert N<sub>max</sub> = 5 inkrementiert.

25

30

Der Zählerstand für BMIN bleibt dagegen auf dem Wert  $N_{min} = 0$ , da die Bitwerte für BMIN bei den Bitworten der 25. und 26. Strahlachse den Wert null annehmen. Damit ist auch bis zur 26. Strahlachse die Blanking-Bedingung erfüllt.

5

Bei der 27. bis zur 29. Strahlachse bleiben alle Zählerstände unverändert, da die Bitwerte für BMIN und für BMAX jedes Bitwertes dieser Strahlachsen die Werte null aufweisen und da bei diesen Strahlachsen kein Objekteingriff erfolgt.

10

Von der 30. bis zur 32. Strahlachse wird der Zähler für BMIN bis zum Wert  $N_{min} = 3$  hochgezählt. Der Zählerstand für  $N_{max}$  sowie der Objektzählerstand für N bleiben dagegen unverändert.

15

Bei der 31. Strahlachse ist die Blanking-Bedingung noch erfüllt, da der Objektzählerstand N und der Wert für  $N_{min}$  den gleichen Wert  $N_{min} = N = 2$  aufweisen.

20

Bei der 32. Strahlachse ist jedoch der Wert  $N_{min} = 3$  größer als der Objektzählerstand N, d.h. die registrierte Objektgröße  $N = 2$  ist kleiner als die geforderte Mindestobjektgröße  $N_{min} = 3$ . Daher erfolgt bei der 32. Strahlachse das Auslösen einer Objektmeldung durch Generierung eines Objektfeststellungssignals.

25

Die maximale Objektgröße  $N_{max}$  innerhalb des Blanking-Bereichs kann generell kleiner oder maximal gleich groß wie der Blanking-Bereich selbst gewählt werden. Ist  $N_{max}$  kleiner als die Bereichsgröße, liegt ein sogenanntes Floating-Blanking vor, d.h. die Position eines unkritischen Objekts 11, welches nicht zu einer Objektmeldung führt, kann innerhalb des Bereichs variieren.

30

Ist  $N_{max}$  gleich der Größe des Blanking-Bereichs, deckt dagegen das Objekt 11 gegebenenfalls den gesamten Blanking-Bereich ab.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 bildet der zweite Bereich des Lichtgitters 1 zwischen der 8. und 21. Strahlachse einen Bereich reduzierter Auflösung. Während im Blanking-Bereich ein Objekt 11 mit einer Mindestgröße  $N_{\min}$  registriert werden muss um ein Objektfeststellungssignal zu unterdrücken, muss im Bereich reduzierter Auflösung kein Objekt 11 vorhanden sein, um eine Objektmeldung zu unterdrücken. Vielmehr wird im Bereich reduzierter Auflösung nur dann ein Objektfeststellungssignal generiert, falls dort ein Objekt 11 erfasst wird, welches eine vorgegebene Mindestgröße  $N_{\max}$  überschreitet.

10

Die Vorgabe der Mindestgröße  $N_{\max}$  erfolgt analog zur Konfiguration eines Blanking-Bereichs dadurch, dass nur die Bits BMAX der Bitworte der ersten  $N_{\max}$  Strahlachsen des Bereichs den Wert eins aufweisen. Im Unterschied zur Konfiguration des Blanking-Bereichs wird den Bits BMIN sämtlicher Bitworte des Bereichs der Wert null zugewiesen.

15 Die Signalauswertung erfolgt analog zu der Auswertung im Blanking-Bereich, wobei in diesem Fall die Bedingung

20

$$N \leq N_{\max}$$

anstelle der Blanking-Bedingung abgeprüft wird.

Wie aus Figur 3 ersichtlich, ist im zweiten Bereich des Lichtgitters 1 ein Objekt 11 angeordnet, welches die Strahlachsen 8 bis 19 der Bereichs unterbricht. Dementsprechend wird ausgehend von der 8. Strahlachse bis zur 19. Strahlachse der Objektzähler fortlaufend inkrementiert. Der Zähler BMAX wird dagegen nur bis zur 15. Strahlachse inkrementiert und bleibt dann auf dem Minimalwert  $N_{\max} = 8$ . Demzufolge übersteigt der Objektzählerstand N den Wert von  $N_{\max}$  erstmalig bei der 16. Strahlachse, so dass dann die Generierung eines Objektfeststellungssignals erfolgt.

Für den Bereich reduzierter Auflösung gilt, dass die maximale Objektgröße  $N_{max}$  kleiner als die Bereichsgröße sein muss.

- 5 Figur 4 zeigt ein weiteres Beispiel eines Bitworts zur Konfiguration der Strahlachsen eines Lichtgitters 1 gemäß Figur 1. Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Figur 2 weist das Bitwort im vorliegenden Fall 8 Bits auf. Das erste Bit BLK des Bitworts dient wiederum zur Definition der Lichtgitter-Bereiche.
- 10 Die Bits BMAX, BMIN dienen wiederum zur Konfiguration von Blanking-Bereichen. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist im vorliegenden Fall zur Konfiguration von Bereichen reduzierter Auflösung ein separates Bit RMAX vorgesehen.
- 15 Weiterhin ist ein Bit SEB zur Definition eines Muting-Bereichs vorgesehen. Innerhalb eines Muting-Bereichs kann die Generierung von Objektfeststellungssignalen in Abhängigkeit von Signalen externer Sensoren unterdrückt werden. Hierzu werden in der Steuereinheit aus den Signalen der externen Sensoren Steuersignale abgeleitet, wobei diese in den Bits M1, M2 der Bitworte kodiert werden.
- 20 Schließlich weist das Bitwort ein weiteres Bit X auf, welches beispielsweise ein Schaltsignal zur Abgabe von Warnsignalen oder dergleichen triggert.
- 25 Mit diesem Bitwort kann ein Bereich des Lichtgitters auch gleichzeitig als Blanking Bereich und als Bereich reduzierter Auflösung durch geeignete Vorgabe der Bitworte von BMAX, BMIN und RMAX konfiguriert werden. Zweckmäßigerweise wird dabei im jeweiligen Bereich die Anzahl der Bitworte mit den Bitwerten BMAX = 1 größer als die Anzahl der Bitworte mit den Bitwerten RMAX = 1 gewählt.
- 30

Leuze lumiflex GmbH + Co.  
82256 Fürstenfeldbruck, DE

5      Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Lichtgitter (1) mit einer vorgegebenen Anzahl von Strahlachsen bildenden Paaren von Sendelichtstrahlen (6) emittierenden Sendern (7) und Empfängern (9), wobei bei freiem Strahlengang einer Strahlachse die von dem jeweiligen Sender (7) emittierten Sendelichtstrahlen (6) auf den Empfänger (9) treffen. Zudem ist eine Steuereinheit zur Steuerung der Sender (7) und zur Auswertung der an den Ausgang der Empfänger (9) anstehenden Empfangssignale vorgegeben, wobei in Abhängigkeit der Empfangssignale bei einem Objekteingriff in wenigstens einer der Strahlachsen ein Objektfeststellungssignal generierbar ist. Den Strahlachsen ist über die Steuereinheit jeweils ein Bitwort zugeordnet, wobei über wenigstens ein Bit BLK der Bitworte die Strahlachsen in vorgegebene Bereiche unterteilbar sind, und wobei durch Vorgabe der Bitwert wenigstens eines weiteren Bits der Bitwort der Strahlachsen innerhalb einer Bereichs der Modus der Objekterfassung innerhalb dieser Bereichs vorgebbar ist.

Figur 1

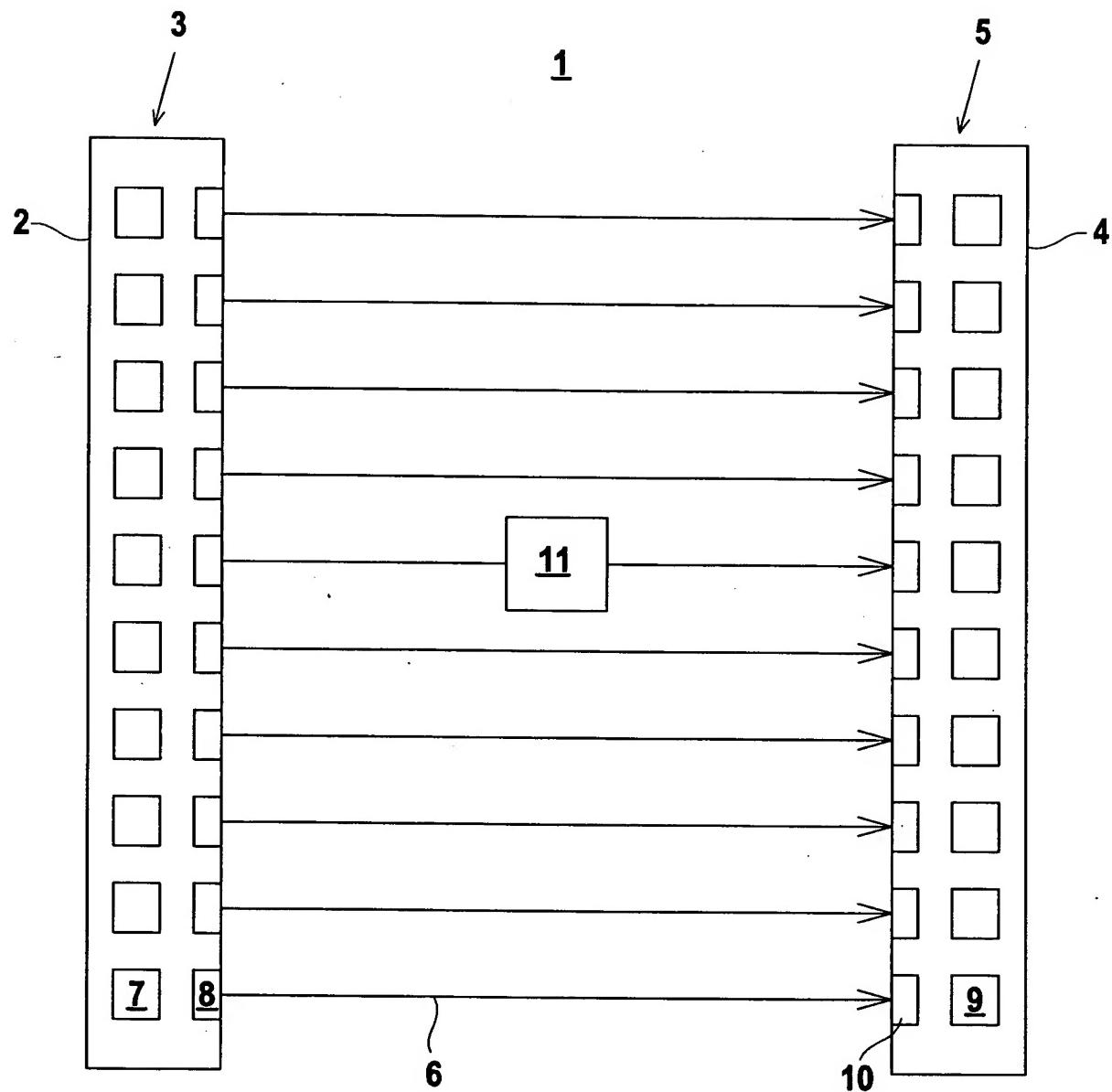
P0310502

Leuze lumiflex GmbH + Co.  
82256 Fürstenfeldbruck, DE

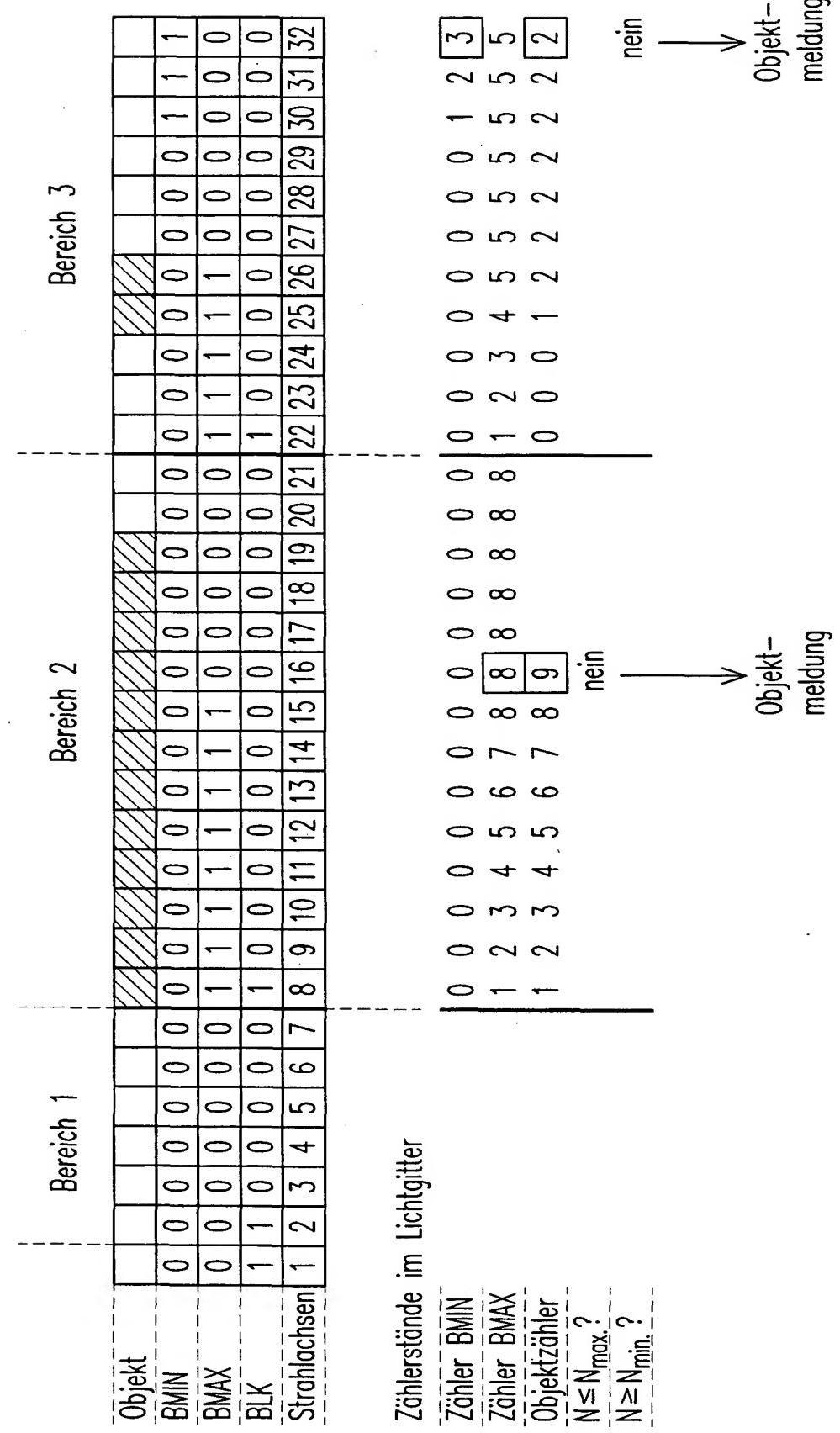
5      Bezugszeichenliste

- (1)    Lichtgitter
- (2)    Gehäuse
- (3)    Sendereinheit
- 10     (4)    Gehäuse
- (5)    Empfängereinheit
- (6)    Sendelichtstrahlen
- (7)    Sender
- (8)    Sendeoptik
- 15     (9)    Empfänger
- (10)   Empfangsoptik
- (11)   Objekt

**Fig. 1**



**Fig. 3**



**Fig. 2**

<b>BLK</b>	<b>BMAX</b>	<b>BMIN</b>
------------	-------------	-------------

**Fig. 4**

<b>BLK</b>	<b>BMAX</b>	<b>BMIN</b>	<b>RMAX</b>	<b>SEB</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>X</b>
------------	-------------	-------------	-------------	------------	-----------	-----------	----------